



# Питание растений

Вестник Международного института питания растений

Восточная Европа и Центральная Азия

№4, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

Надо ли применять калийные удобрения?...2
Калийные удобрения повышают урожайность картофеля в провинции Юньнань (Китай).....5
Расчет баланса калия по штатам Индии с представлением данных в картографической форме.....9
Победители конкурса «Дефицит элементов питания у сельскохозяйственных культур» – 2013.....13
Обзор научных публикаций.....17

## Международный Институт Питания Растений

**Иванова С.Е.**, вице-президент программы по Восточной Европе, Центральной Азии и Ближнему Востоку  
*e-mail: sivanova@ipni.net*

**Носов В.В.**, директор программы на Юге и Востоке России  
*e-mail: vnosov@ipni.net*

Бесплатная подписка: *ipni-eesa@ipni.net*

125466 Россия, Москва,  
ул. Ландышева, д. 12, вл. 17  
тел./факс: +7 (495) 580 64 14

сайт: <http://www.ipni.net>  
<http://eesa-ru.ipni.net>  
e-mail: *ipni-eesa@ipni.net*

Перепечатка и любое воспроизведение материалов, опубликованных в Вестнике, возможны только с письменного разрешения Международного института питания растений  
© Международный институт питания растений 2014



Уважаемый читатель, этот выпуск вестника, посвященный эффективности калийных удобрений, выходит в канун нового 2015 года. В это время принято подводить итоги уходящего года и строить планы на будущий. Для программы МИПР в Восточной Европе и Центральной Азии уходящий год был очень удачным. Прежде всего, увеличилось количество компаний-членов МИПР из России. В сентябре 2014 года один из ведущих мировых производителей фосфорных и сложных удобрений - ОАО "ФосАгро" стал членом МИПР. Это позволило нам значительно расширить тематику научных проектов, включающую теперь не только основные питательные элементы – азот, фосфор и калий, а также серу и микроэлементы. Кроме того, в уходящем году в Белгородской области и Краснодарском крае успешно стартовал наш новый трехлетний научный проект, направленный на разработку оптимальной системы применения удобрений под сою. Наши партнеры по этому проекту – НИУ БелГУ и ГНУ ВНИИМК. Запустить 2-3 новых научных проекта ежегодно стало уже нашей доброй традицией. И наступающий год не будет исключением. В начале 2015 году мы начинаем 3 новых трехлетних научных проекта. В Волгоградской области стартуют 2 проекта: "Фертигация овощных культур (томат, сладкий перец и лук-репка) в открытом грунте" и "Оптимизация минерального питания озимой пшеницы". А в Татарстане начнется проект по оптимизации минерального питания ярового рапса. Результаты всех наших проектов регулярно освещаются на страницах нашего вестника, поэтому следите за нашими выпусками и в новом году.

Я искренне желаю Вам здоровья, счастья, любви и благополучия в новом 2015 году!

С уважением,  
Светлана Иванова



125466 Москва ул.Ландышева, д.12, вл.17 а  
<http://www.ipni.net> <http://eesa-ru.ipni.net>

© Международный институт питания растений 2014

# Надо ли применять калийные удобрения?

Т.С. Мюррелл

*Калий необходим для роста и развития растений. Невнесение калийных удобрений на почвах с низкой калийснабжающей способностью лимитирует урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур и ведет к деградации почв. Отказ от применения калийных удобрений на почвах с высокой калийснабжающей способностью не снижает урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур. Однако длительное некомпенсированное отчуждение калия с урожаями в конечном итоге ведет к истощению почвенного плодородия по калию, и данный фактор становится лимитирующим. Это произошло в ряде регионов мира.*

**Р**астениям для нормального роста и развития необходимы 17 элементов питания, и калий (К) – один из них. Он потребляется растениями в больших количествах, и поэтому относится к макроэлементам. Корневая система растений поглощает калий из почвы. В связи с этим возникает следующий основополагающий вопрос, на который специалисты в области плодородия почв и питания растений ищут ответ в течение последних десятилетий: «Насколько потребность растений в калии может быть удовлетворена за счет калия, содержащегося в почве?»

Чтобы выяснить, достаточно ли почва обеспечена калием, исследователи проводят полевые опыты с внесением возрастающих доз калийных удобрений и изучают отзывчивость растений. Вариант без внесения калия, называемый «контролем», в данном случае служит для сравнения. Если при внесении калийных удобрений улучшается рост и развитие растений, и обеспечивается получение прибавки урожайности относительно контроля, это свидетельствует о том, что калийснабжающая способность почвы недостаточна для удовлетворения потребностей растений в калии.

Схема полевых опытов по изучению отзывчивости растений на отдельные элементы питания составляется таким образом, чтобы можно было

установить, как невнесение какого-либо элемента влияет на его поглощение растениями и на урожайность в том случае, когда все остальные элементы питания вносятся в достаточных количествах. Например, в Китае был недавно проведен мета-анализ данных 522 полевых опытов по изучению отзывчивости пшеницы на применение калийных удобрений (Liu и др., 2011). Опыты проводились в трех основных регионах возделывания пшеницы, и средняя прибавка урожайности зерна при внесении калия составила 0.74 т/га.

Наблюдаемая в полевых опытах отзывчивость растений на применение калийных удобрений была и остается основой для решения вопроса о необходимости внесения калия в почву. При этом один из применяемых подходов основан на проведении анализа растений для изучения поглощения калия из почвы. Другой подход предполагает проведение анализа почвы в дополнении к учету урожайности и определению прибавки урожайности от калия. В данной статье рассматриваются оба подхода.

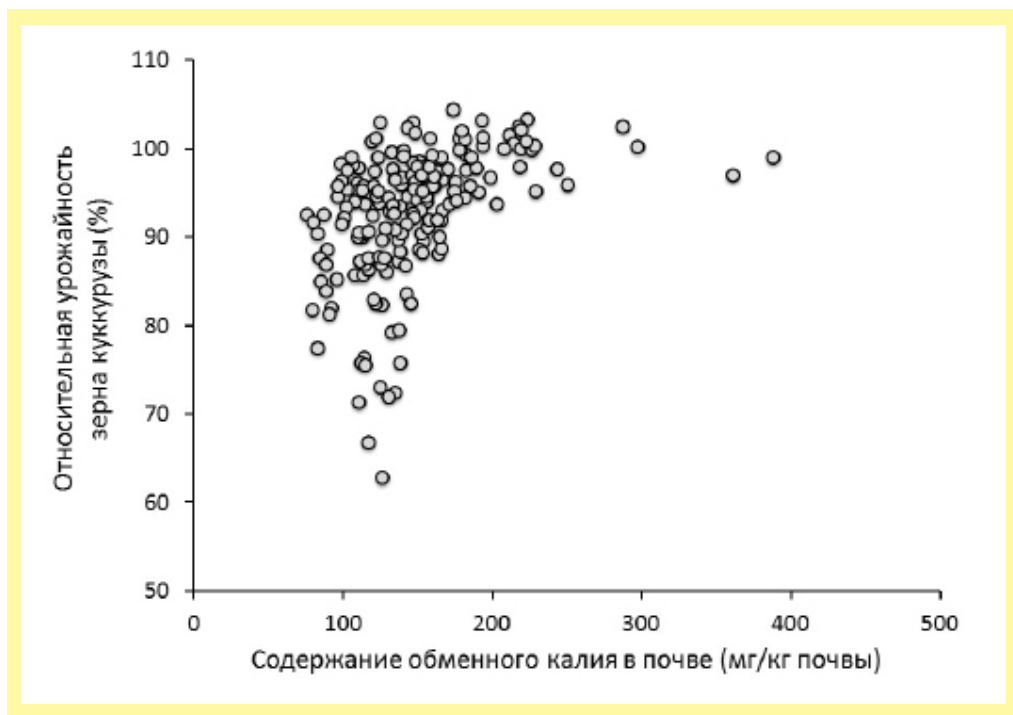
## Подход, основанный на проведении анализа растений

Данный подход подразумевает изучение поглощения калия растениями для ответа на вопрос о том, какое количество калия может поступать в растения из почвы. В полевых опытах, где изучается отзывчивость растений на применение калийных удобрений, определяется поступление калия из почвы – поглощение калия растениями в варианте без применения калийных удобрений, в котором все остальные элементы питания вносятся в достаточных для растений количествах (Dobermann и др., 2003). При этом сравнивается поглощение калия растениями в вариантах без внесения и с внесением достаточного количества калийных удобрений. Если разницы не наблюдается, то почва способна обеспечить растения достаточным количеством калия. Если же поглощение калия растениями в удобренном калием варианте опыта выше, чем в контроле, то калийснабжающая способность почвы недостаточна для удовлетворения потребностей растений.

Так как нереально заложить опыты по



**Участники научного проекта МИПР по совершенствованию рекомендаций по внесению калийных удобрений и корректировке существующих градаций по обеспеченности почвы калием при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Полевой опыт с кукурузой на зерно в Воронежской области, 2014.**



**Рис. 1.** Пример калибровки данных почвенных анализов (адаптировано из: Barbagelata и Mallarino, 2013).

изучению отзывчивости растений на отдельные элементы питания на каждом поле, ученые разрабатывают модели, обобщая данные за имеющееся количество опыто-лет. Такие модели позволяют оценить поступление калия из почвы и общую потребность растений в калии для территорий, где нет опытных данных. Подобный подход использован, например, при разработке «Экспертной программы расчета доз удобрений» [Nutrient Expert] (Pampolino, 2012).

### Подход, основанный на проведении анализа почвы

Подход, основанный на проведении анализа почвы, также позволяет определить, насколько почва способна удовлетворять потребности растений в элементах питания. При этом также проводится учет урожайности, но акцент делается именно на прибавке урожайности, а не на поглощении элементов питания растениями.

Методы анализа почв были разработаны для того, чтобы до посева сельскохозяйственных культур определить, достаточно ли будет поступление калия из почвы (Bray, 1944). При анализе почвы часть калия, удерживаемого на поверхности почвенных частиц, извлекается химическими экстрагентами. Данные формы калия считаются доступными для растений. В связи с тем, что в процессе извлечения калия из почвы задействованы механизмы ионного обмена, извлекаемый таким образом калий называется «обменным». Содержание обменного калия в почве не свидетельствует непосредственно об общем количестве калия, доступного для поглощения растениями. Это показатель, который имеет агрономическую значимость в том случае, когда увязывается с отзывчивостью растений на применение калийных удобрений. Данные зависимости

создаются в процессе калибровки данных почвенных анализов.

При проведении исследований с целью калибровки данных почвенных анализов с экспериментального участка отбирается репрезентативный почвенный образец и анализируется на содержание обменного калия. Затем проводится полевой опыт с использованием одной из двух возможных схем. Это может быть вышеописанная схема по изучению отзывчивости растений на применение калийных удобрений, где сравнивается урожайность в вариантах без внесения (контроль)

и с внесением калия. Можно также провести полевой опыт по изучению отзывчивости растений на внесение возрастающих доз калия, включающий и контрольный вариант. В обоих случаях проводится учет урожайности, и определяются прибавки урожайности от калия. Кроме того, при использовании второго подхода с помощью статистических моделей определяется доза калия, которая способствует получению максимально достижимой урожайности. Урожайность в варианте без внесения калия выражается в процентах от урожайности, полученной в варианте с внесением достаточной дозы калия. Рассчитанная таким образом относительная урожайность служит показателем того, достаточно ли поступление калия из почвы или нет. Если относительная урожайность < 100%, это свидетельствует о недостаточном калийном питании растений. Также строятся зависимости между относительной урожайностью и исходным содержанием обменного калия в почве. Полученные зависимости показывают, какую урожайность в процентах от достижимого уровня можно получить за счет поступления калия из почвы при данном содержании обменного калия (Dahnke и Olson, 1990).

Пример такой калибровки данных почвенных анализов показан на **рис. 1**, где представлены результаты исследований, проведенных недавно в Университете штата Айова (Barbagelata и Mallarino, 2013). Каждая точка на графике соответствует одному опыту, проведенному в конкретном году, то есть количество точек соответствует количеству опыто-лет. Полученный график показывает, что при обобщении данных для большого количества опыто-лет получается общая зависимость: при снижении содержания обменного калия в почве снижается и урожайность, если калийные удобрения не вносятся. Об этом свидетельствуют более низкие

значения относительной урожайности. Такие зависимости лежат в основе рассматриваемого подхода, предполагающего проведение почвенных анализов. Данный подход позволяет спрогнозировать для каждого конкретного поля, будет ли поступление калия из почвы достаточным для удовлетворения потребностей растений.

## Баланс калия

Баланс калия – ключевая составляющая обоих подходов, предполагающих проведение как анализа растений, так и анализа почвы. Баланс калия для единицы площади рассчитывается как разница между количеством поступившего в почву калия и его выносом. Положительный баланс свидетельствует о повышении почвенного плодородия по калию, а отрицательный – об истощении. Чаще всего определяется хозяйственный баланс. В упрощенном виде он учитывает: 1) вынос калия с урожаем основной продукции и 2) поступление калия с органическими и минеральными удобрениями. При подобных упрощенных расчетах все остальные приходные и расходные статьи баланса калия не принимаются во внимание.

Изучение баланса калия представляет большой интерес для исследователей во всем мире. Он дает представление о том, способствуют ли используемые агротехнологии сохранению и повышению почвенного плодородия по калию или же ведут к его истощению. При низкой калийснабжающей способности почвы целесообразно обогащать почву калием – поддерживать положительный баланс калия. Истощение почвы по калию, то есть отрицательный баланс калия, допустим при высокой калийснабжающей способности почвы, например, в более засушливых сельскохозяйственных зонах. Однако при этом необходимо предостеречь от длительного истощения богатых калием почв, поскольку в конечном итоге их калийснабжающая способность снижается и становится недостаточной для удовлетворения потребностей сельскохозяйственных культур.

На конференции, проведенной в Уганде, все вовлеченные стороны пришли к заключению, что отрицательный баланс элементов питания должен служить индикатором деградации почв (Bekunda и Manzi, 2003). Вовлеченными сторонами при этом были фермеры, трейдеры, сельскохозяйственные консультанты, исследователи, сотрудники организаций по развитию аграрного сектора, а также управленцы, принимающие в том числе и политические решения. Как продемонстрировали предметные исследования, «... фермеры не реинвестируют часть доходов от реализации сельскохозяйственной продукции в возмещение выноса элементов питания с урожаем ...».

Таким образом, применение калийных удобрений должно не только удовлетворять потребности сельскохозяйственных культур в калии, но и обеспечивать поддержание калийснабжающей способ-

ности почвы на достаточном уровне в долгосрочной перспективе.

## Выводы

Калий – необходимый растениям элемент питания. Невнесение калийных удобрений на почвах с низкой калийснабжающей способностью лимитирует урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур. Доказано, что при этом происходит деградация почв. Отказ от применения калийных удобрений на почвах с высокой калийснабжающей способностью не снижает урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур. Однако длительное некомпенсированное отчуждение калия с урожаями в конечном итоге ведет к истощению почвенного плодородия по калию, и данный фактор становится лимитирующим. Это произошло в ряде регионов мира.

Калийные удобрения надо применять. Использование любого из двух подходов, основанных на проведении анализа растений или почвы, позволяет принять решение о необходимости применения калийных удобрений для удовлетворения потребностей растений в калии и для сохранения почвенного плодородия.

## Литература

- Barbagelata, P.A. and A.P. Mallarino. 2013. Field correlation of potassium soil test methods based on dried and field-moist soil samples for corn and soybean. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 77:318-327.
- Bekunda, M. and G. Manzi. 2003. Use of the partial nutrient budget as an indicator of nutrient depletion in the highlands of southwestern Uganda. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 67:187-195.
- Bray, R.H. 1944. Soil-plant relations: I. The quantitative relation of exchangeable potassium to crop yields and to crop response to potash additions. *Soil Sci.* 58:305-324.
- Dahnke, W.C., and R.A. Olson. 1990. Soil test correlation, calibration, and recommendations. p. 45-71. In Westermann, R.L. (ed.) *Soil testing and plant analysis*. 3rd ed. Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.
- Dobermann, A., C. Witt, S. Abdulrachman, H.C. Gines, R. Nagarajan, T.T. Son, P.S. Tan, G.H. Wang, N.V. Chien, V.T.K. Thoa, C.V. Phung, P. Stalin, P. Muthukrishnan, V. Ravi, M. Babu, G.C. Simbahan, M.A.A. Adviento, and V. Bartolome. 2003. Estimating indigenous nutrient supplies for site-specific nutrient management in irrigated rice. *Agron. J.* 95:924-935.
- Liu, X., P. He, J. Jin, W. Zhou, G. Sulewski, and S. Phillips. 2011. Yield gaps, indigenous nutrient supply, and nutrient use efficiency of wheat in China. *Agron. J.* 103:1452-1463.
- Pampolino, M.F., C. Witt, J.M. Pasuquin, A. Johnston, and M.J. Fisher. 2012. Development approach and evaluation of the Nutrient Expert software for nutrient management in cereal crops. *Comput. Electron. Agr.* 88:103-110.

Перевод с английского: В.В. Носов – региональный директор Международного института питания растений по Югу и Востоку России, к.б.н.

# Калийные удобрения повышают урожайность картофеля в провинции Юньнань (Китай)

М. Йин, Л. Хонг, Ш. Ту

Урожайность картофеля и окупаемость затрат на его выращивание существенно возросли в результате применения калийных удобрений. Однако, отзывчивость картофеля на калийные удобрения на почвах с разным уровнем плодородия, значительно различалась. Показано, что оптимальные дозы калийных удобрений составляют для почвы с высоким и низким уровнем плодородия 270 кг и 135 кг  $K_2O$ /га соответственно. Сроки внесения калийных удобрений должны соответствовать периодам максимального накопления сухого вещества в клубнях, а также активного поглощения калия растениями в фазы интенсивного роста и развития растений.

**К**артофель – одна из самых распространенных сельскохозяйственных культур в Китае. В провинции Юньнань, расположенной на юго-западе Китая, посевные площади под картофель занимают третье место после кукурузы и риса (703 тыс. га в 2012 г.). Однако, даже в благоприятных климатических условиях средняя урожайность картофеля в этом регионе обычно низка. Применение низких и несбалансированных по составу доз минеральных удобрений, и особенно невнесение калийных удобрений, считаются основными причинами низкой урожайности и плохого качества картофеля (Duan et al., 2013). В связи с этим, в 2012 г. стартовал научный проект, основной целью которого стало изучение влияния различных доз калийных удобрений на урожайность картофеля и определения оптимальной дозы калийного удобрения для производства картофеля в регионах, где проводились исследования. Опыты были заложены на красноземах с различным уровнем плодородия (продуктивности) в двух регионах: районы Юежоу и Донгшан в округе Цюйцзин провинции Юньнань. В Юежоу краснозем с низким уровнем плодородия характеризовался низким содержанием органического вещества, а также недостаточным содержанием азота и обменного



Поле картофеля.

калия в почве. В Донгшане краснозем с относительно высоким уровнем плодородия характеризовался достаточным уровнем содержания органического вещества, азота и обменного калия (табл. 1).

Исследование проводилось с использованием рандомизированной полноблочной схемы опыта, включающей 4 дозы калийных удобрений (0, 135, 270 и 405 кг  $K_2O$ /га) в трех повторностях. В каждом варианте в качестве фона вносили азотные и фосфорные удобрения в дозах 150 кг N/га и 90 кг  $P_2O_5$ /га. Размер опытной делянки составлял 20 м<sup>2</sup> (4×5 м).

**Таблица 1.** Некоторые агрохимические свойства исследуемых почв

Место проведения опыта	pH	Органическое вещество, (г/кг)	Щелочно-гидролизующий азот (мг/кг)	Доступный фосфор (мг/кг)	Обменный калий (мг/кг)
Юежоу	5.1	26.2	69.9	12.9	77.8
Донгшан	5.0	44.4	108.4	12.4	105.8

**Таблица 2.** Урожайность клубней картофеля в зависимости от доз калийных удобрений в двух районах

Место проведения опыта	Доза К. кг $K_2O$ /га	Урожайность. кг/га	Прибавка урожая от К	
			кг/га	%
Юежоу	0	10830 с	–	–
	135	12205 b	1375	12.70
	270	12585 b	1755	16.20
	405	13140 a	2310	21.33
Донгшан	0	21135 с	–	–
	135	27225 b	6090	28.81
	270	32715 a	11580	54.79
	405	28050 b	6915	32.72

**Таблица 3.** Накопление биомассы картофеля в разные фазы роста и развития при внесении различных доз калийных удобрений

Место проведения опыта	Доза К. кг K <sub>2</sub> O/га	Всходы		Образование клубней		Рост клубней		Накопление крахмала		Уборка урожая	
		Ботва	г/га	Ботва	Клубни*	Ботва	Клубни	Ботва	Клубни	Ботва	Клубни
Юежоу	0	139.95	627.15	18.00	758.70	722.70	940.80	1344.00	1083.00	2166.00	
	135	139.95	750.15	13.05	882.15	868.05	1115.10	1607.40	1220.55	2440.95	
	270	145.05	758.40	18.00	916.20	970.20	1137.60	1698.00	1358.55	2517.00	
	405	145.05	762.30	15.00	966.75	982.35	1234.95	1762.05	1314.00	2628.00	
Донгшан	0	241.95	919.95	63.90	1030.20	1204.95	1398.15	3856.65	1568.10	4327.05	
	135	235.95	940.05	63.90	1320.30	1249.95	1783.50	4441.65	1833.45	5545.05	
	270	241.95	960.00	58.65	1458.15	1414.95	2130.45	4788.30	2233.50	6544.05	
	405	240.00	1000.05	63.90	1407.15	1530.00	2209.05	4983.30	2283.00	5910.00	

\* Биомасса клубней и корневой системы

**Таблица 4.** Поглощение калия в разные фазы роста и развития картофеля в зависимости от доз калийных удобрений

Место проведения опыта	Доза К кг K <sub>2</sub> O/га	Всходы		Образование клубней		Рост клубней		Накопление крахмала		Уборка урожая	
		кг/га	г/га в день	кг/га	г/га в день	кг/га	г/га в день	кг/га	г/га в день	кг/га	г/га в день
Юежоу	0	7.04	0.12	25.35	1.41	21.98	1.05	26.15	1.87	6.08	0.23
	135	7.20	0.12	33.72	1.87	26.74	1.27	35.72	2.55	1.41	0.05
	270	7.71	0.13	34.4	1.91	28.51	1.36	39.11	2.79	10.19	0.38
	405	8.1	0.14	35.31	1.96	31.57	1.50	45.50	3.25	3.35	0.12
Донгшан	0	12.17	0.22	36.61	1.74	31.89	2.13	100.67	6.71	0.12	0.01
	135	12.14	0.22	40.83	1.94	46.74	3.12	132.44	8.83	1.71	0.12
	270	12.86	0.23	41.75	1.99	53.69	3.58	155.02	10.33	1.52	0.11
	405	12.74	0.24	45.93	2.16	53.65	3.58	168.62	11.24	0.04	0

В качестве азотных удобрений использовали мочевины (46% N), фосфорных – простой суперфосфат (12% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и калийных – хлористый калий (60% K<sub>2</sub>O). Азотные и калийные удобрения вносили в два приема: под основную обработку (50%) и в качестве подкормки в период интенсивного роста клубней. Фосфорные удобрения вносили в один прием под основную обработку. В качестве опытной культуры использовали сорт картофеля Hezuo 88, посев проводили в марте, а уборку – в середине августа 2012 г.

Картофель выращивали в условиях естественного увлажнения без дополнительного полива в течение всего вегетационного сезона. В каждой фазе



Опытные деланки

развития картофеля отбирали растительные пробы для оценки накопления сухой биомассы, а также поглощения калия ботвой и клубнями. При уборке собирали отдельно ботву и клубни с каждого варианта и взвешивали. В растительных пробах определяли поглощение питательных элементов и ботвой, и клубнями. Далее вычисляли эффективный коэффициент использования калия из удобрений и оккупаемость удобрений.

### Влияние калийных удобрений на урожайность картофеля

Различия в уровне плодородия почвы оказывали существенное влияние на урожайность картофеля (табл. 2). В Донгшане на красноземе с относительно высоким уровнем плодородия урожайность картофеля превышала его урожайность на низкоплодородной почве в Юежоу вдвое и более, независимо от внесенных доз калийных удобрений. В Юежоу на низкоплодородном красноземе урожайность картофеля значительно возрастала с увеличением доз калийных удобрений, не достигая предела. При этом прибавка урожая от калия составляла от 12,70 до 21,33%. В Донгшане на высокоплодородном красноземе, урожайность картофеля также значительно возрастала с увеличением доз калийных удобрений, однако достигнув максимума при дозе 270 кг K<sub>2</sub>O/га, она начала снижаться при дальнейшем росте дозы вносимого

Место проведения опыта	Доза К. кг К <sub>2</sub> O/га	Урожайность. кг/га	Доход	Затраты	Чистая прибыль	Рост прибыли от К. %
Юежоу	0	10830	2130.49	256.60	1873.89	-
	135	12205	2400.98	420.49	1980.25	5.68
	270	12585	2475.74	584.88	1890.86	0.91
	405	13140	2585.90	749.02	1835.90	-2.03
Донгшан	0	21135	4157.70	256.60	4144.55	-
	135	27225	5355.74	420.49	4935.00	19.07
	270	32715	6438.20	584.88	5852.88	41.22
	405	28050	5518.03	749.02	4769.02	15.07

Место проведения опыта	Доза К. кг К <sub>2</sub> O/га	Вынос К (ботва+клубни). кг/га	K <sub>эф</sub> . %	Агрономическая эффективность К. кг/кг
Юежоу	0	87	-	-
	135	103	12.43	10.19
	270	120	12.34	6.50
	405	124	9.19	5.70
Донгшан	0	182	-	-
	135	234	38.81	45.11
	270	265	30.88	42.93
	405	281	24.57	17.07

удобрения. При этом прибавка урожая от калия составляла от 28,81 до 54,79%, что значительно превышало результаты, полученные на низкоплодородной почве. На высокоплодородном красноземе при дозе К удобрения 270 кг К<sub>2</sub>O/га урожайность картофеля достигла 32715 кг/га, что было в 2,6 раза больше, чем при этой же дозе на низкоплодородной почве. Кривая отзывчивости картофеля на возрастающие дозы калийных удобрений на высокоплодородной почве имела типичный вид (Karam et al., 2009); на низкоплодородной почве ее форма была менее обычна, однако аналогичные кривые отзывчивости были также получены другими исследователями и представлены в публикациях (Kelling et al., 2002; Singh and Lal, 2012). Полученные результаты показывают, что урожайность картофеля на низкоплодородной почве не может достичь аналогичного уровня на высокоплодородной почве при внесении только калийных удобрений. Очевидно, что существуют другие ограничивающие урожайность факторы, кроме недостатка калия, которые требуют дальнейшего исследования. Таким образом, для низкоплодородного краснозема оптимальная доза калийных удобрений под картофель составляет 135 кг К<sub>2</sub>O/га, поскольку

внесение более высоких доз дает малый или нулевой экономический эффект, несмотря на рост урожайности (табл. 3).

### Накопление биомассы в разные фазы роста и развития картофеля

Данные, приведенные в табл. 3, показывают отчетливые тренды в накоплении биомассы ботвы и клубней в течение всего жизненного цикла картофеля в обоих районах исследований. Период максимального накопления биомассы надземной части растений включал фазы образования клубней и накопления крахмала, а у клубней - фазы активного роста клубней и уборку урожая. В периоды максимального накопления биомасса и ботвы, и клубней возрастала с ростом дозы калийных удобрений. Содержание сухого вещества в растениях, выращенных в Донгшане, существенно превышало (до двух раз) величины, полученные в Юежоу. Для лучшего удовлетворения потребности картофеля в питательных веществах, необходимых для быстрого роста и развития клубней, калийные удобрения следует применять с учетом периодов активного на-

$$*K_{эф} = \frac{V_y - V_0}{Y_d} \cdot 100\%$$

K<sub>эф</sub> – эффективный коэффициент использования элемента питания из удобрения, %

V<sub>y</sub> – вынос элемента питания с урожаем с учетом побочной продукции в варианте с внесением удобрений, кг/га

V<sub>0</sub> – вынос элемента питания с урожаем с учетом побочной продукции в варианте без внесения удобрений, кг/га

Y<sub>d</sub> – количество элемента питания, внесенное с удобрениями (доза удобрения), кг д.в./га

Примечание: Название показателя дано переводчиком Ивановой С.Е. Данный коэффициент соответствует коэффициенту использования питательных веществ из удобрений (КИУ), определенного разностным методом с учетом фактического выноса.

копления биомассы - в фазы всходов и образования клубней (Guo et al., 2011).

### **Накопление калия в тканях в разные фазы роста и развития картофеля**

Быстрое накопление калия происходило в период, включающий фазы образования клубней и накопления крахмала, достигая максимальных величин в фазе накопления крахмала, составлявших 26,15–45,50 и 100,67–168,62 кг/га в Юежоу и Донгшане соответственно (табл. 4). Эти значения были значительно выше полученных данных о накоплении азота и фосфора в фазу накопления крахмала (данные не приводятся), потому что потребность картофеля в калии выше, чем в других основных питательных элементах (Westermann, 2005). В фазу уборки урожая растения картофеля поглощали относительно мало калия. Эти результаты подтверждаются литературными данными (Gao et al., 2003; Lu et al., 2013). Полученные результаты показывают, что фазы быстрого накопления калия соответствуют периодам максимального поглощения калия, когда достаточное калийное питание растений картофеля необходимо как для получения высокого урожая, так и его качества (Guo et al., 2011). Внесение калийного удобрения под картофель после фазы накопления крахмала не дает значительного эффекта. Отсутствие отзывчивости на калийные удобрения, внесенные на более поздних фазах роста и развития картофеля, было описано Kelling et al. (2002).

### **Экономическая эффективность применения калийных удобрений**

В Юежоу экономически выгодным оказалось внесение калийных удобрений только в дозе 135 кг K<sub>2</sub>O/га, а применение более высоких доз давало незначительный или отрицательный экономический эффект по сравнению с вариантом без внесения калийных удобрений (табл. 5). Однако в Донгшане экономическая эффективность возрастала с ростом доз калийных удобрений, достигая максимума при внесении 270 кг K<sub>2</sub>O/га. Дальнейшее увеличение дозы калийных удобрений приводило к снижению экономической эффективности. Чистый доход, обусловленный применением калийных удобрений в Донгшане, превышал аналогичную величину для Юежоу более, чем вдвое. Дальнейшие исследования показали, что для получения более высокой урожайности картофеля и экономической эффективности от внесенных удобрений на почвах с высоким уровнем плодородия следует применять повышенные дозы калийных удобрений.

### **Эффективный коэффициент использования калия из удобрений (K<sub>эф</sub>)\***

Эффективный коэффициент использования K из удобрений и агрономическая эффективность снижались с увеличением дозы калийных удобрений

в обоих местах проведения опытов (табл. 6). В Донгшане были получены более высокие значения данных показателей, чем в Юежоу. Обычно эффективный коэффициент использования калия из удобрения на низкоплодородной почве выше, чем на высокоплодородной. Однако опыт в Юежоу дал противоположные результаты. Это значит, что кроме недостатка калия должны быть еще и другие ограничивающие урожайность факторы, негативно влияющие на рост и развитие картофеля, а также снижающие его отзывчивость на внесение калийных удобрений. Кроме того, как указывалось Келлингом с соавт. (Kelling et al. (2002)), погодные условия года выращивания также могут отчасти негативно влиять на отзывчивость картофеля на калийные удобрения на почвах с низким уровнем плодородия.

*Д-р Мей Йин и д-р Лифанг Хонг – профессора Института сельскохозяйственных ресурсов и окружающей среды, Юньнаньской академии сельскохозяйственных наук.*

*Д-р Ту – заместитель регионального директора МИПР по Китаю (программа на Ю-З Китая), профессор Института почв и удобрений, Сычуаньской академии сельскохозяйственных наук, Китай; e-mail: stu@ipni.net*

## **Литература**

- Duan, Y., Tuo, D.B., Zhao, P.Y., Li, H.C. and Li, S.T. 2013. Response of potato to fertiliser application and nutrient use efficiency in Inner Mongolia. *Better Crops*, 97(3):24-26.
- Gao, J.L., Liu, K.L., Zhang, B.L. and Sheng, J.H. 2003. The patterns of phosphorus and potassium absorption, accumulation and distribution in dryland potato. *Chinese Potato*, 17(6):326-330.
- Guo, Z.P., Sang, T.T., Zhu, H.T. and Pan, D. 2011. Effect of applying potassium fertiliser in different growth periods on the yield and the quality of potato. *Hubei Agric. Sci.*, 50 (4):681-682.
- Karam, F., Roupheal, Y., Lahoud, R., Breidi, J. and Colla, G. 2009. Influence of genotypes and potassium application rates on yield and potassium use efficiency of potato. *Journal of Agronomy*, 8(1): 27-32.
- Kelling, K.A., Panique, E., Speth, P.E. and Stevenson, W.R. 2002. Effect of potassium rate, source and application timing on potato yield and quality. *Potato Conference, Idaho, USA*.
- Lu, J.W., Qiu, H.Z., Zhang, W.M., Wang, D., Zhang, J.L., Zhang, C.H. and Hou, S.Y. 2013. Characteristics of dry matter and potassium accumulation and distribution in potato plant in semiarid rainfed areas. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 24(2):423-430.
- Singh, S.K. and Lal, S.S. 2012. Effect of potassium nutrition on potato yield, quality and nutrient use efficiency under varied levels of nitrogen application. *Potato J.*, 39(2):155-165.
- Westermann, D.T. 2005. Nutritional requirements of potatoes. *Amer. J. Potato Res.* 82:301-307.

*Перевод статьи и адаптация – к.б.н. Иванова С.Е. – вице-президент МИПР по Восточной Европе, Центральной Азии и Ближнему Востоку.*



# Расчет баланса калия по штатам Индии с представлением данных в картографической форме

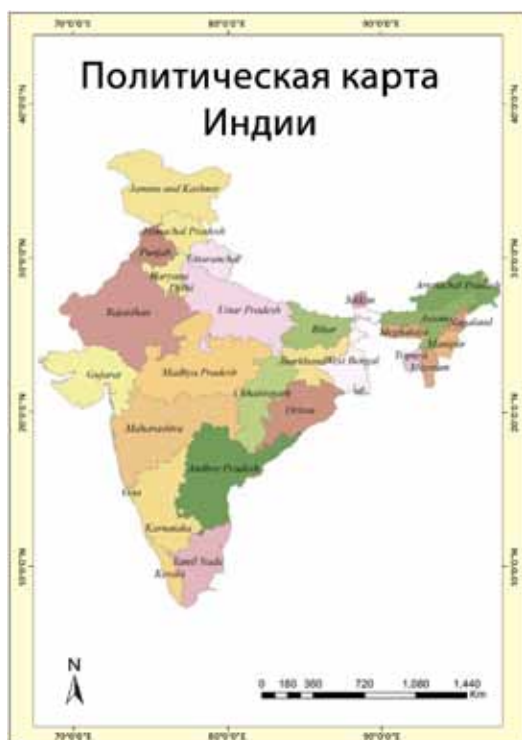
С. Датта, К. Маджумдар, Г. Сулевски, Т. Сатьянараяна, А. Джонстон

Рассчитан и представлен в картографической форме баланс калия по штатам Индии. При этом использованы ГИС-технологии, разработанные Международным институтом питания растений для характеристики применения минеральных удобрений (NuGIS – Nutrient Use GIS). Полученные результаты свидетельствуют об отрицательном балансе калия в большинстве штатов страны, что указывает на превышение выноса калия с урожаем сельскохозяйственных культур над поступлением калия с удобрениями. Недостаточное внесение калия в почву ведет к истощению почвенных резервов калия, что ухудшает плодородие почвы и может привести к значительному снижению урожайности сельскохозяйственных культур в будущем.

В Индии в период после получения независимости произошла значительная интенсификация растениеводства – развивалось орошение, стали выращиваться высокоурожайные сорта и гибриды, обладающие значительно большей потенциальной урожайностью по сравнению с местными сортами. Кроме того, значительно возросло применение минеральных удобрений. Валовой сбор зерновых и зернобобовых культур вырос в пять раз – с 51 млн. т зерна в 1950-51 гг. до более чем 250 млн. т в настоящее время, в то время как потребление минеральных удобрений ( $N + P_2O_5 + K_2O$ ) за указанный период увеличилось примерно в 400 раз. Однако данный прирост потребления минеральных удобрений характеризуется несбалансированным соотношением между азотом, фосфором и калием. Хуже всего ситуация обстоит с калием. Исторически применение калийных удобрений в стране остается на низком уровне, хотя потребность многих сельскохозяйственных культур в калии сопоставима или даже превышает потребность в азоте. Это ведет к отрицательному ба-

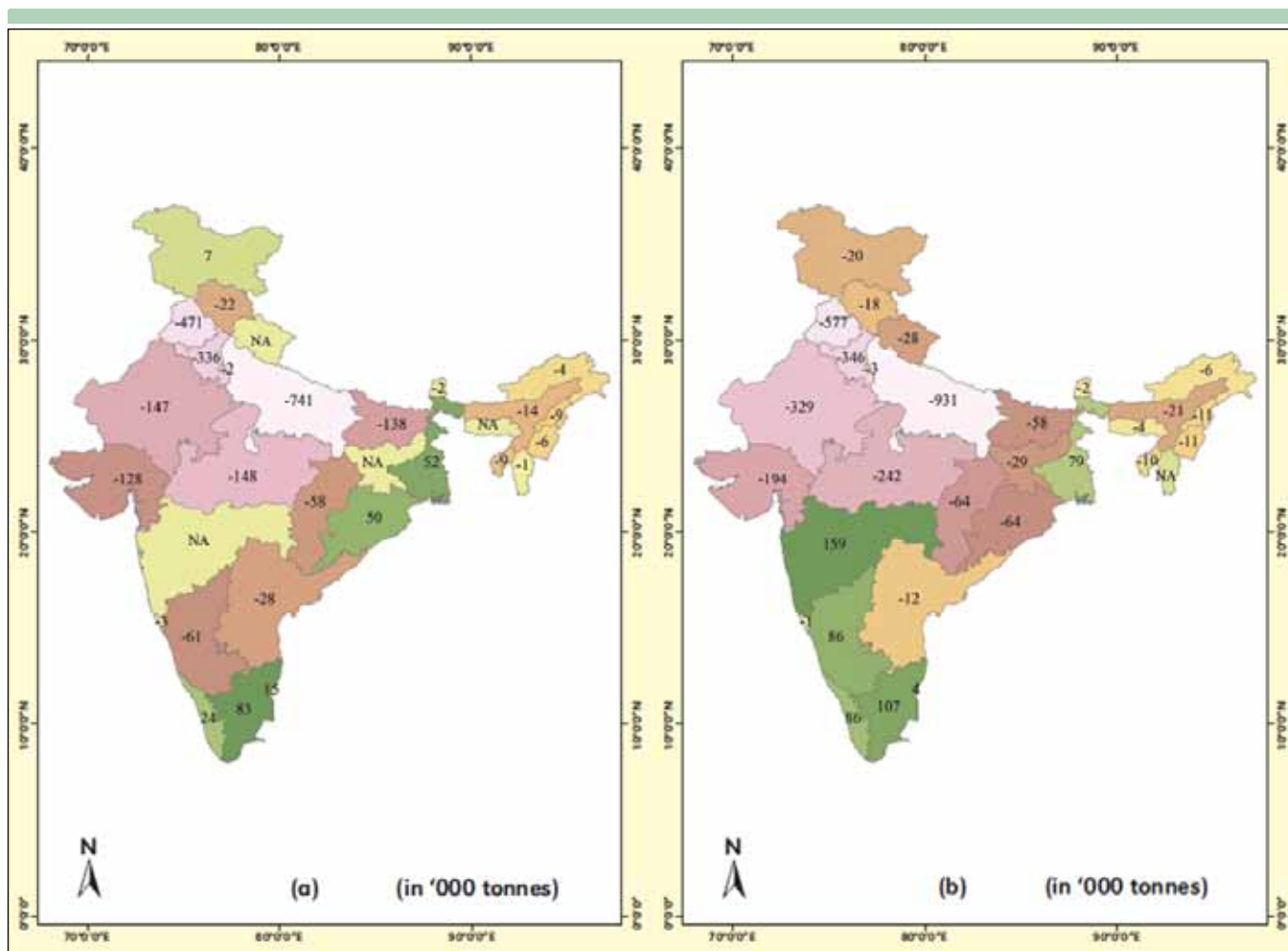
лансу калия в земледелии страны.

Целый ряд исследований, проведенных в Индии, свидетельствует о превышении выноса элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур над поступлением с удобрениями, а также о значительной доле почв с недостаточной обеспеченностью элементами питания. Отмечается, что баланс элементов питания в земледелии страны составляет -9.7 млн. т ( $N + P_2O_5 + K_2O$ ): -1.8 млн. т N (19%), -1.2 млн. т  $P_2O_5$  (12%) и -6.7 млн. т  $K_2O$  (69%). Таким образом, вынос калия с урожаем сельскохозяйственных культур значительно превышает поступление калия с удобрениями, что ведет к истощению почвенных резервов калия. Согласно широко распространенному мнению, большая часть почв Индии хорошо обеспечена доступными для растений формами калия, и поэтому на таких почвах не требуется применять калийные удобрения. Однако подобный подход неприемлем, поскольку в настоящее время в стране используются интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Содерж-



Сельскохозяйственная культура	Вынос калия отчуждаемой продукцией (кг $K_2O$ /т основной продукции)*
Пшеница	24.00
Рис	19.08
Кукуруза	20.88
Ячмень (зерно)	7.30
Нут	25.81
Каянус	62.50
Маш ( <i>Vigna radiata</i> )	25.81
Чечевица ( <i>Lens culinaris</i> )	18.35
Вигна борцелистная ( <i>Vigna aconitifolia</i> )	25.81
Арахис (бобы)	8.51
Кунжут	2.54
Горчица	9.21
Лен масличный	11.62
Хлопчатник	14.80
Сахарный тростник	1.44

\* Источник (обобщенные данные по выносу элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур): <http://nugis-india.paqinteractive.com/About%20NuGIS/>



**Рис. 1.** Баланс калия (тыс. т.  $K_2O$ ) по штатам Индии в 2007 (а) и 2011 (б) гг., рассчитанный как разница между поступлением калия с минеральными удобрениями и выносом калия с отчуждаемой продукцией сельскохозяйственных культур. NA – нет данных.

жание доступных форм калия, достаточное для получения 1-2 т/га зерна, может быть недостаточным для получения более высокого урожая, когда проводится посев семенами лучшего качества, а также используются все другие элементы современных агротехнологий. Это ясно указывает на необходимость проведения периодической оценки баланса калия в регионах, где применяются интенсивные системы земледелия, чтобы избежать нежелательного ухудшения почвенного плодородия по калию. В настоящем исследовании с помощью стандартной методологии анализируются данные, полученные из общедоступных источников, для оценки того, как за 4-летний период (с 2007 по 2011 гг.) изменился баланс калия по штатам Индии.

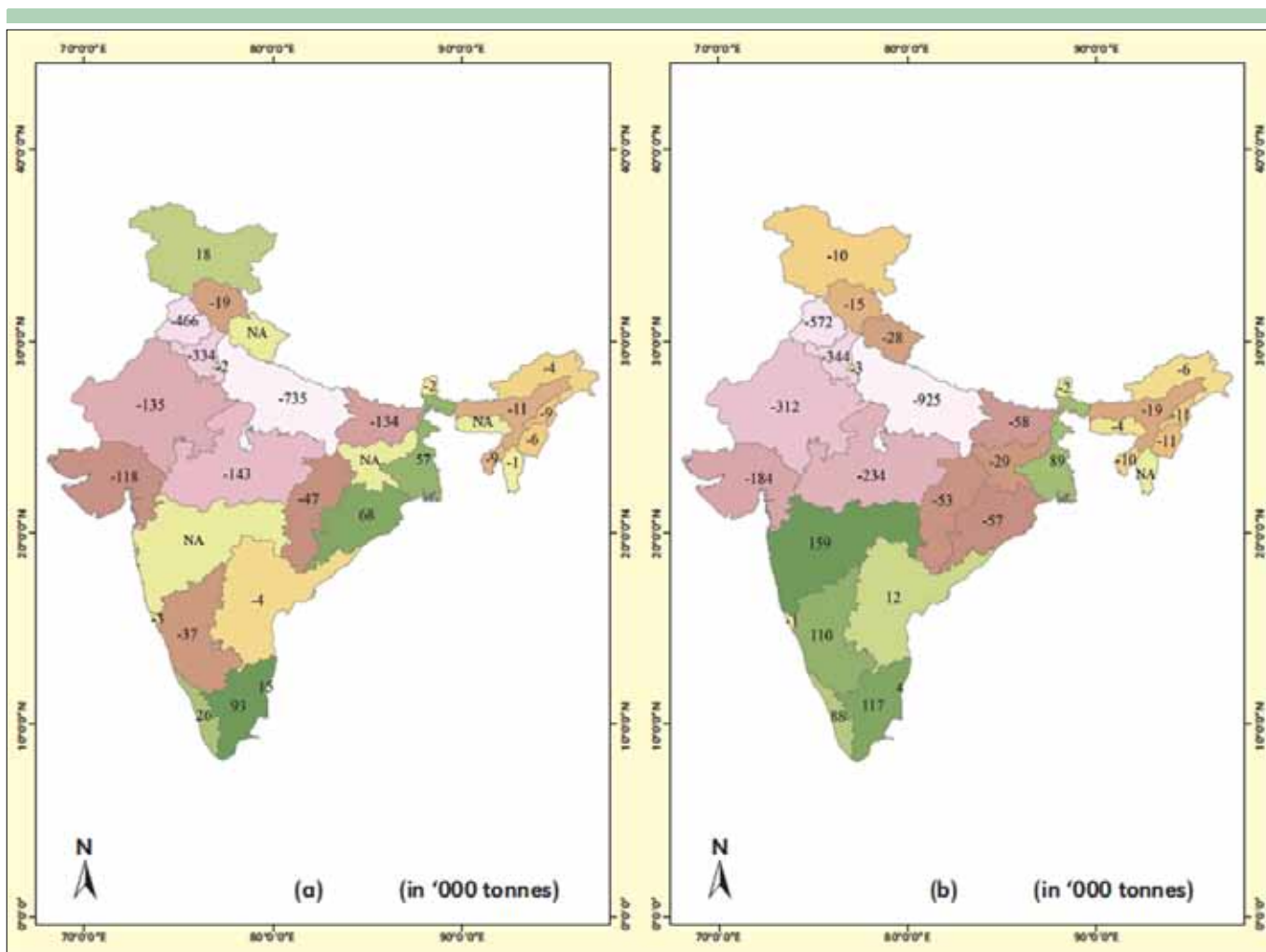
### Расчет баланса калия

В данной работе при расчете баланса калия учитывалось поступление калия в почву с минеральными и органическими удобрениями, а также вынос калия с урожаем основных сельскохозяйственных культур. Источники данных по применению минеральных и органических удобрений по штатам страны – сайт статистического отдела департамента сельского хозяйства и кооперации Министерства сельского хозяйства Индии (<http://inputsurvey.dacnet.nic.in/districttables.aspx>)

и Ассоциация производителей минеральных удобрений Индии (FAI). Исходя из данных, полученных из вышеуказанных источников, рассчитывалось поступление калия с минеральными и органическими удобрениями по районам страны. Расчет поступления калия с органическими удобрениями (навозом) проводился с учетом среднего содержания калия в навозе.

Вынос калия с урожаем рассчитывался исходя из валовых сборов сельскохозяйственных культур и содержания калия в отчуждаемой с поля сельскохозяйственной продукции. Например, в конкретном штате страны было собрано 10 и 12 млн. т риса в 2007 и 2011 гг. соответственно. Тогда с учетом отчуждения с урожаем зерна и соломы 19.08 кг  $K_2O$ /т зерна (из опубликованных литературных данных) вынос калия в данном штате составляет 190 и 228 тыс. т  $K_2O$  в 2007 и 2011 гг. соответственно. Учитывался вынос калия с отчуждаемой продукцией таких основных сельскохозяйственных культур, как рис, пшеница, кукуруза, ячмень, нут, каюнус, маш, чечевица, вигна борцелистная, арахис, кунжут, горчица, лен масличный, хлопчатник и сахарный тростник. В табл. 1 дается вынос калия с отчуждаемой продукцией вышеуказанных культур. При расчете баланса калия не учитывался вынос калия овощными и плодовыми культурами.

Баланс калия по штатам Индии (2007 и 2011 гг.)



**Рис. 2.** Баланс калия (тыс. т.  $K_2O$ ) по штатам Индии в 2007 (а) и 2011 (б) гг., рассчитанный как разница между поступлением калия с минеральными и органическими удобрениями и выносом калия с отчуждаемой продукцией сельскохозяйственных культур.

рассчитывался как разница между поступлением калия с удобрениями (с учетом и без учета органических удобрений) и выносом калия с отчуждаемой продукцией сельскохозяйственных культур. Полученные величины были отображены на карте страны с использованием программного обеспечения ArcGIS 10.1 (ESRI, 2012).

### Баланс калия по штатам Индии

На **рис. 1** показан баланс калия по штатам Индии за 2007 и 2011 гг., рассчитанный без учета поступления калия в почву с органическими удобрениями. Отрицательный баланс калия свидетельствует об истощении почвенного плодородия по калию, в то время как положительный баланс калия указывает на воспроизводство почвенного плодородия. Согласно полученным данным, в большинстве северных (Пенджаб, Харьяна, Уттар-Прадеш), восточных (Ассам, Орисса, Трипура) и западных (Гуджарат, Раджастан) штатов Индии в 2011 г. происходило более сильное истощение почвенного плодородия по калию, чем в 2007 г. Таким образом, в вышеуказанных штатах в почву в целом поступало меньше калия, чем требуется вносить с минеральными удобрениями. Интересно отметить, что баланс калия в штатах Бихар и

Джаркханд стал менее дефицитным в 2011 г. по сравнению с 2007 г. (штат Джаркханд был частью штата Бихар в 2007 г.). Данные положительные изменения произошли в результате роста применения калийных удобрений в вышеуказанных штатах в 2011 г. При этом применение минеральных удобрений в целом стало более сбалансированным. Аналогичные изменения также наблюдались и в штате Андхра-Прадеш. Для штатов Западная Бенгалия и Тамилнад характерен положительный баланс калия как в 2007, так и в 2011 гг. В штатах Карнатака и Орисса за рассматриваемый период произошли прямо противоположные изменения. Так, в штате Карнатака баланс калия изменился с отрицательного на положительный, а в штате Орисса, наоборот, – с положительного на отрицательный.

Анализ имеющихся данных свидетельствует о том, что в штате Уттар-Прадеш валовой сбор зерна (зерновые и зернобобовые культуры) в 2007 г. составил 41 млн. т при внесении 0.17 млн. т  $K_2O$ , а в 2011 г. валовой сбор зерна достиг 51 млн. т при увеличении применения калийных удобрений до 0.27 млн. т  $K_2O$ . Следовательно, 1 т зерна была получена при внесении в почву в среднем 4.0-4.5 кг  $K_2O$ , что значительно ниже оптимальных доз калия. Это привело к тому, что в штате Уттар-Прадеш в период

с 2007 по 2011 г. баланс калия стал еще более дефицитным. В тоже время в штате Андхра-Прадеш валовой сбор зерна в 2007 г. составил 19.3 млн. т при внесении 0.34 млн. т  $K_2O$ , а в 2011 г. было собрано 20.1 млн. т зерна при внесении 0.35 млн. т  $K_2O$ . Следовательно, 1 т зерна была получена при поступлении в почву в среднем 17 кг  $K_2O$ . Это способствовало тому, что в 2011 г. баланс калия в штате Андхра-Прадеш улучшился – стал менее дефицитным по сравнению с 2007 г.

На рис. 2 представлен баланс калия по штатам Индии, рассчитанный с учетом поступления калия с органическими удобрениями. Как и следовало ожидать, баланс калия при этом улучшился – отмечено либо снижение дефицита, либо повышение профицита баланса калия. Однако радикальное улучшение баланса калия при учете поступления калия с органическими удобрениями зафиксировано только в штате Андхра-Прадеш. В данном штате в 2011 г. наблюдался отрицательный баланс калия при учете поступления калия только с минеральными удобрениями, и положительный баланс, если в расчет принималось поступление калия с органическими удобрениями. Отсутствие подобных существенных изменений в целом по стране связано с ограниченным количеством органических удобрений, поскольку навоз используется в качестве топлива. Солома может скормливаться животным, а также использоваться в качестве строительного материала.

В целом, в 2007 г. в большинстве штатов Индии складывался отрицательный баланс калия, и в 2011 г. ситуация еще больше ухудшилась – баланс калия стал более дефицитным. Это произошло, по-видимому, в результате снижения применения калийных удобрений, а также повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Определение содержания доступных для растений форм калия в почве (обменного калия) не всегда позволяет выявить происходящее истощение резервов почвенного калия. Это связано с тем, что при калийном истощении почвы происходит высвобождение калия из необменных форм, содержание которых обычно не определяется при проведении массовых почвенных анализов. Однако такое «незамеченное» истощение резервов почвенного калия может привести к сильному ухудшению плодородия почвы. Соответственно, в будущем потребуются более высокие инвестиции на восстановление почвенного плодородия по калию. Результаты минералогических исследований свидетельствуют о том, что сильная потеря межпакетного калия вызывает необратимые трансформационные изменения глинистых минералов иллитовой группы. Образующиеся при этом трехслойные алюмосиликаты способны высвобождать значительно меньшие количества калия. В целом, почвы Индии (особенно аллювиальные почвы) характеризуются высоким содержанием калийсодержащих трехслойных алюмосиликатов и поэтому обладают высокой калийснабжающей способностью. Однако существует определенная

степень калийного истощения почвы, когда его дальнейшее прогрессирование ведет к необратимой потере почвенного плодородия – ухудшению качества почвы. Это может негативно отразиться на продуктивности пашни.

## Выводы

Согласно результатам проведенного исследования, для большинства штатов Индии характерен отрицательный баланс калия. При этом в 2011 г. он стал еще более дефицитным по сравнению с 2007 г. Таким образом, для предотвращения дальнейшего истощения почв необходимо сбалансировать соотношение между элементами питания во вносимых минеральных удобрениях за счет повышения доз калия. Расчет доз калийных удобрений должен проводиться исходя из оценки калийснабжающей способности почвы, для которой свойственна пространственная и временная изменчивость. Кроме того, должна учитываться и потребность выращиваемых сельскохозяйственных культур в калии для достижения запланированного уровня урожайности. Это будет способствовать формированию устойчивой продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранению здоровья почвы.

## Литература

- Agriculture Census Division, Dept. Agric. and Coop., Ministry of Agric., Govt. of India website (<http://inputsurvey.dacnet.nic.in/districttables.aspx>). Last accessed on November 9, 2013.
- Biswas, P.P. and P.D. Sharma. 2008. *Indian J. Fert.*, 4(7): 59-62.
- ESRI, 2012. <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis10>. Last accessed on November 29, 2013.
- Fertilizer Statistics. 2007. Fertilizer Association of India. FAI House, New Delhi.
- Fertilizer Statistics. 2011. Fertilizer Association of India. FAI House, New Delhi.
- Special Data Dissemination Standard Division, Directorate of Economics & Statistics Ministry of Agriculture Govt. of India, ([http://apy.dacnet.nic.in/crop\\_fryr\\_toyr.aspx](http://apy.dacnet.nic.in/crop_fryr_toyr.aspx)). Accessed on October 24, 2013.
- Samra, J.S. and P.D. Sharma. 2009. *Proceedings of the IPI-OUAT-IPNI International Symposium Bhubaneswar, Orissa, India, 5-7 November, 2009*, pp. 15-43.
- Sanyal, S.K., M.S. Gill, and K. Majumdar. 2009. *Proceedings of the IPI-OUATIPNI International Symposium Bhubaneswar, Orissa, India, 5-7 November, 2009*, pp. 389-405.
- Sarkar, G.K., A.P. Chattopadhyay, and S.K. Sanyal. 2013. *Geoderma*. 207-208: 8-14.
- Satyanarayana, T. and R.K. Tewatia. 2009. *Proceedings of the IPI-OUAT-IPNI International Symposium Bhubaneswar, Orissa, India, 5-7 November, 2009*, pp. 467-485.
- Tandon, H.L.S. 2004. *Fertilizers in Indian Agriculture from 20th to 21st Century*, FDCO New Delhi, pp. 240.

Перевод с английского: В.В. Носов – региональный директор Международного института питания растений по Югу и Востоку России, к.б.н.

# Crop Nutrient Deficiency Photo Contest — 2013

## Победители конкурса

### «Дефицит элементов питания

### у сельскохозяйственных культур» – 2013

**М**еждународный институт питания растений (МИПР) представляет победителей конкурса фотографий «Дефицит элементов питания у сельскохозяйственных культур» за 2013 г. Мы рады отметить, что было получено множество замечательных фотографий со всего мира, и они охватили абсолютно все номинации. Наши судьи столкнулись с непростой задачей выбора фотографий, достойных высших наград. В большинстве случаев предпочтение было отдано высококачественным фотографиям, которые наиболее наглядно отражали признаки недостатка элементов питания у растений. При этом учитывали наличие соответствующей информации по агрохимическому анализу почвы и/или результатам диагностики растений, а также данных по истории применения удобрений в каждом конкретном случае.

МИПР поздравляет победителей и выражает благодарность всем участникам, приславшим фотографии на наш ежегодный конкурс. Приглашаем всех посетить наш сайт <http://www.ipni.net/photocontest> и ознакомиться с условиями подачи заявок в 2014 г!



#### Лучшее фото



#### **Главный приз (200 \$): недостаток фосфора у гуавы**

Н.Д. Йогендра, Университет сельскохозяйственных наук, Бангалор, Индия.

Недостаток фосфора у трехлетних растений гуавы (сорт Lalith), выращенных в условиях дефицита фосфора на территории регионального научно-исследовательского центра садоводства. Содержание доступного фосфора (метод Брея) в почвах довольно низкое (менее 0,9 мг P/кг почвы). Анализ ткани листьев также показал низкое содержание фосфора равное 0,065%, содержание цинка составило 2,524%. Окрашивание листьев гуавы в фиолетовый цвет произошло в результате накопления красно-фиолетовых антоциановых пигментов.

## Категория «Азот»



### 1-ое место (приз 150\$): дефицит азота у кокосовой пальмы

П. Малати, Аграрный университет штата Тамил-Наду, Коимбатур, Индия.

Показано пожелтение более старых листьев у двухлетних кокосовых пальм, произрастающих на почвах с низким содержанием доступного азота (188 кг/га) и содержанием общего N в листьях, равным 0,78%



### 2-ое место (приз 75\$): дефицит азота у риса

Г.Р. Махаджан, Совет Исследовательского Сельскохозяйственного Комплекса Индии, Гоа, Индия.

Дефицит азота у растений риса вначале проявился пожелтением более старых, а потом и более молодых листьев. По мере дальнейшего роста растения наблюдалось засыхание кончиков листьев. На фотографии изображен экспериментальный участок по выращиванию риса с использованием агротехники органического земледелия. В качестве удобрения вносили только навоз в дозах, обеспечивающих необходимое количество азота. Лабораторные анализы молодых полностью раскрывшихся листьев показали, что содержание азота составляет в них 0,32%, а концентрация хлорофилла составила 0,64 грамм в пересчете на массу свежих листьев. Для сравнения - листья здоровых растений, получавших как навоз, так и азотные удобрения, содержат 2,7% азота.

## Категория «Фосфор»



### 1-ое место (приз 150\$): дефицит фосфора у салата-латук

Ж. Хонг, Вуханьский институт сельскохозяйственных наук, Хубэй, Китай.

Автор представил сделанную крупным планом фотографию, показывающую дефицит фосфора у салата-латук на стадии формирования розетки. Некоторые физические и химические особенности почвы, на которой выращивался салат: рН 7,8, содержание органического вещества - 0,71%, доступного фосфора - 3,30 мг/кг, доступного азота - 70 мг/кг и доступного калия - 134,84 мг/кг



**2-ое место (приз 75\$): недостаток фосфора у кукурузы**

К.М. Селламуту, Аграрный университет штата Тамил-Наду, Коимбатур, Индия.

Недостаток фосфора у гибрида кукурузы (сорт CP 808). Признаки дефицита фосфора, проявившееся при слабом развитии корневой системы, были замечены у 30-ти дневных растений. Почва кислая (рН 5,3) с низким содержанием доступного фосфора (методБрея) равном 9 кг/га. Содержание фосфора в тканях листьев составило 0,11%.

**Категория «Калий»**



**1-ое место (приз 150\$): недостаток калия у кукурузы**

М.К.Раккар, Университет Северной Дакоты, Фарго, США  
Классический пример дефицита калия у кукурузы (сорт Pioneer 4086) в фазе 8-9 листа, проявляющийся хлорозом внешних краев более старых листьев. На фотографии изображен опытный участок, получивший 33,62 кг К/га. По результатам анализов содержание калия в почве составило 50 мг К/кг, в то время как в растительной ткани оно достигло 0,41%.



**2-ое место (приз 75\$): недостаток калия у Вt-хлопка**  
Дж. Прабхакаран, Аграрный университет штата Тамил-Наду, Коимбатур, Индия.

Типичный пример недостатка калия у Bunny Вt-хлопка (сорт NCS 145), проявляющийся в виде краевого ожога листа и покраснением зрелых листьев. Содержание калия в листьях составило 1,22%, что значительно ниже необходимого содержания равного 2-3%.

## Категория «Другие элементы питания»



**1-ое место (приз 150\$): дефицит железа у вигны**

К.М. Селламуту, Аграрный университет штата Тамил-Наду, Коимбатур, Индия.

Приведен пример недостатка железа у 30-ти дневных растений вигны, проявившийся межжилковым железистым хлорозом у более молодых листьев. Взятая на анализ почва представляла собой черную карбонатную почву с низким содержанием ДТРА-экстрагируемого Fe, равным 1,7 мг/кг. Содержание железа в листьях составило 90 мг/кг.



**2-ое место (приз 75\$): дефицит железа у гуавы**

К. Венкатесан, Аграрный университет штата Тамил-Наду, Коимбатур, Индия.

Представлен интересный случай недостатка железа у гуавы.

Признаки недостатка железа проявились сначала у более молодых листьев межжилковым хлорозом, впоследствии сменившимся полным хлорозом, а в самых тяжелых случаях цвет листьев становился белым. Уровень pH почвы был достаточно высоким, никакие микроудобрения не применялись. Содержание железа в молодых листьях с признаками дефицита Fe составило 15 мг/кг, в то время как в здоровых листьях оно достигало 79 мг/кг.



# Обзор научных публикаций **BETTER CROPS** with plant food, № 1, 2014

Ежеквартальный журнал  
Международного института питания растений  
(онлайн в свободном доступе  
<http://www.ipni.net/bettercrops>)



## Картирование баланса калия в почвах разных штатов Индии

*С. Дутта, К. Маджумдар, Х.С. Хурана, Г. Сулевски, В. Говил, Т. Сатянараяна и А. Джонстон*

С помощью разработанной Международным Институтом Питания растений геоинформационной системы NuGIS был оценен и отражен на карте баланс поступления-выноса калия в почвах разных штатов Индии. Результаты исследований выявили отрицательный баланс калия в большинстве штатов, что свидетельствует о превышении выноса калия с урожаем сельскохозяйственных культур над поступлением калия с удобрениями. Недостаток поступления калия приводит к истощению почвы по этому элементу питания, что влечет за собой снижение плодородия почвы и может значительно ограничить урожайность в будущем.

## Наиболее эффективные способы применения азотных удобрений при выращивании картофеля

*Л.Р. Ренс, Л. Зотарелли и Д. Кантлиффе*

В связи с необходимостью увеличения рентабельности и снижения воздействия на окружающую среду, учет доз и времени внесения удобрений становится важной задачей для производителей сельскохозяйственной продукции. В результате повышается эффективность использования удобрений и снижаются потери азота из почвы. Научно-исследовательская группа университета Флориды, разрабатывает оптимальные системы применения удобрений для повышения эффективности использования азота в производстве картофеля, а также снижения потерь азота из почвы и его поступление в окружающую среду.

## Программирование урожайности озимой пшеницы в зависимости от почвенно-климатических условий и системы применения удобрений

*А.Н. Есаулко и Е.А. Устименко*

Результаты полевых исследований показали, что оптимизация питания растений азотом, фосфором и калием является важным фактором, способствующим как повышению урожайности, так и улуч-

шению качества озимой пшеницы, выращиваемой на юге России. Целенаправленное применение NPK удобрений привело к росту урожая зерна на 87-93%. Два метода расчета доз вносимых удобрений способствовали достижению урожайности 4 т/га. Уровень урожайности 5 т/га и 6 т/га не был достигнут. Сравнение методов планирования урожайности показало небольшое преимущество одного из методов.

## Анализ содержания питательных веществ в листьях как метод повышения урожайности масличной пальмы

*Дж. М. Пасукуин, Дж. Кок, К.Р. Доноуг, Т. Обертюр, Рахмадсях, А. Лубис, Г. Абдуллох, К. Индрасуара, Т. Долонг и С. Коок.*

При испытании различных приемов агротехнологии на шести промышленных плантациях в Индонезии улучшение режимов питания не оказало устойчивого эффекта на концентрации питательных веществ в тканях листьев, и не было выявлено отчетливой связи между состоянием элементов питания в листьях и урожайностью. Авторы полагают, что метод «Умная плантация» (Plantation Intelligence TM), основанный на наблюдении за проведением сельскохозяйственных работ (операционное исследование) а также на анализе полученных данных при промышленной эксплуатации непосредственно на месте, может быть использован для корректирования определения критического уровня содержания элементов питания в почве, подходящего для конкретных условий промышленных плантаций.

## Применение удобрений при выращивании бананов в районах нагорий восточной Африки

*Автор: К. Ниомби*

Сбалансированное применение удобрений привело к устойчивому росту урожайности банановых пальм в районах нагорий восточной Африки. Однако в результате очень высокой цены на удобрения и низкой рыночной стоимости бананов в данном регионе инвестиции едва окупились. В данный момент это делает использование удобрений в отдаленных районах Уганды проблематичным.

## Система применения азотных удобрений под пшеницу, обеспечивающая получение максимальной прибыли, улучшает показатели устойчивости

Д. Нэш, П. Риффкин, Р. Харрис, А. Блэкберн, К. Николсон и М. МакДоналд

В юго-восточной Австралии для возделывания пшеницы были разработаны гибкие системы земледелия, позволяющие в наибольшей степени использовать потенциал культуры при внесении минимального количества азотных удобрений при посеве. Это дает возможность максимально повысить экономическую отдачу от удобрений и улучшить экологическую обстановку в данном регионе. Были использованы различные сочетания приемов земледелия, чтобы оценить влияние разных комбинаций исходного содержания азота в почве и стратегий внесения удобрений при выращивании пшеницы в зоне с высоким количеством осадков штата Виктория (Данкельд, Австралия).

## Экономические аспекты применения удобрений при возделывании кукурузы в Северном Китае

П. Хе, Дж. Кси, Ю. Ли, Ю. Ванг, Л. Джиа, Р. Цуй, Х. Ванг, Ю. Ксинг и К. Сан

Результаты трехлетних полевых опытов, проведенных в основном регионе возделывания кукурузы - семи провинциях северного Китая, показали,

что в среднем отзывчивость кукурузы на внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений составила 1.89, 0.95 и 0.97 т/га соответственно. Благодаря росту урожайности применение азотных и фосфорных удобрений привело к росту экономического эффекта, несмотря на повышение цен на удобрения. Вместе с тем экономический эффект от внесения калийных удобрений снизился из-за роста цен на калийные удобрения. Применение программы Nutrient Expert позволило достигнуть высокой урожайности зерна и повышению дохода фермеров.

## Оценка и регулирование кислотности почвы

Л. Прочнов

Современное земледелие должно следовать принципам устойчивого развития, включая создание и поддержание плодородия почвы в течении длительного времени. Для достижения устойчивого развития на почвах, с уровнем кислотности, лимитирующим урожайность, внесение мелиорантов в пахотный и подпахотный слои, играет важную роль при разработке оптимальных систем применения удобрений.. Главный подход в регулировании кислотности почвы - применение извести, но для корректного решения проблемы могут быть использованы и другие методы. Дополнительными преимуществами при правильном регулировании кислотности почвы являются повышение эффективности применяемых удобрений и некоторых гербицидов, защита окружающей среды, а также увеличение потенциальной прибыли для фермеров.

## BETTER CROPS with plant food, № 2, 2014

### Правильное использование удобрений помогает дерновому покрову выполнять свою роль в защите окружающей среды

Г. Хочмут

В связи с запросом информации о научных разработках методов сохранения дернового покрова, ученые Флориды проанализировали американские литературные источники, чтобы узнать больше об исследованиях в области применения удобрений для поддержания дернового покрова и о потенциальных проблемах, связанных с потерями питательных веществ из травянистых дерновых систем. Одной из целей анализа литературы был поиск научных статей, касающихся ограничений на применение удобрений в летний период. Итогом данной работы стала статья «Качество воды в городах и законы о применении удобрений: Избегая непредвиденных последствий: Обзор научной литературы», опубликованная в Florida Extension literature (Hochmuth, G.



et al. 2011), после которой вышла рецензированная статья (Hochmuth, G. et al. 2012). В настоящей публикации обобщены некоторые выводы из двух вышеназванных статей, а также приведены данные из нескольких основных литературных источников по данной теме.

## Историческое развитие и значимость процесса Хабера-Боша

Д.Е. Киссел

Производство азотных удобрений стало возможным благодаря анализу важнейших научных откры-

тий середины 19-го века, касающихся роли азота в производстве сельскохозяйственных культур, а также последующих исследований ученых Ф. Хабера и К. Боша в начале 20-го века. Доктор Киссел дает такую историческую оценку, ссылаясь на несколько литературных источников, в частности книгу В. Смила «Обогащая землю», а также «Алхимия воздуха» Т. Хагера, которые связывают применение азотных удобрений с социальными переменами и благополучием общества.

### **Может ли тест на минерализацию улучшить диагностику азотного питания пшеницы и кукурузы?**

*Н.Р. Калво, Г.Е. Ичеверрия, Э.С. Розас, А. Берардо и Н. Диовисалви*

Результаты полевых опытов показали, что традиционный метод определения доступности азота в почве ... предварительный тест на нитраты перед посевом... может быть объединен с оценкой способности к минерализации почвенного азота, что позволит значительно улучшить диагностику содержания доступного азота в почве при возделывании как пшеницы, так и кукурузы.

### **Удовлетворение потребности современных сортов сахарного тростника в питательных веществах**

*Д.Б. Фонде, П.С. Дешмук, М.В. Павар, П.В. Годак, Б.В. Ундаре, Х.С. Курана и А. Шчарбакоу*

При использовании традиционной технологии земледелия средняя урожайность на большинстве полей сахарного тростника в штате Махараштра значительно ниже потенциально достижимой. В данном исследовании проводилась проверка эффективности существующей рекомендованной схемы применения удобрений для современных сортов сахарного тростника, чтобы оценить отзывчивость на внесение питательных веществ с удобрениями, которые в большинстве случаев рассматриваются как фактор, ограничивающий урожайность, или в настоящее время вообще не вносятся.

### **Повышение урожайности соевых бобов: проблемы Бразилии**

*Э. Франциско, Г. Камара, В. Касарин и Л. Прочнов*

В последние десятилетия средняя урожайность соевых бобов возросла во многих районах мира, но можно предполагать, что этот рост достиг своего максимума. Бразилия является типичным примером такой ситуации. В статье анализируются главные причины этого явления во второй стране мира по величине производства соевых бобов, а также предложены меры, которые необходимо предпринять производителям, чтобы преодолеть существующий барьер. Приводятся несколько примеров принятых

в США практик земледелия, которые способствуют повышению урожайности соевых бобов.

### **Наука в основе разработки биодинамики: обзор литературы**

*Л. Чалкер-Скотт*

Основные периодические издания охарактеризовали биодинамическое земледелие (биодинамику) как новейший вариант органического земледелия. Благодаря рекламе и легкой узнаваемости биодинамических продуктов, таких как вина, производители сельскохозяйственных культур и садоводы проявляют все больший интерес к биодинамике как альтернативной системе земледелия. Доктором Чалкер-Скотт недавно был опубликован расширенный, рецензированный обзор научных работ по биодинамике. Здесь опубликована краткая версия этого обзора.

### **Потребление и распределение питательных веществ в личи**

*Л.Кс. Яо, Г.Л. Ли, Б.М. Янг, Л.Кс. Хуанг, З.Х. Хе, С.М. Жоу и С. Ту*

Знание принципа распределения питательных веществ в разных сортах фруктовых деревьев может способствовать более правильному выбору источника питательных веществ, а также дозы, времени и места их внесения, что в свою очередь положительно скажется на здоровье дерева и питательной ценности его плодов. Данное исследование выявило отличия в потребности питательными веществами двух широко используемых сортов, а также определило несколько особых практических приемов, которые позволят учесть эти различия.

### **Калий в сельском хозяйстве: состояние и перспективы**

*К. Зорб, М. Сенбайрам и Эдгар Пейтер*

Группа исследователей из Германии недавно опубликовала обзорную статью, представляющую новый взгляд на поведение калия в почвах и растениях. Несколько новых положений, разработанных авторами, приведены в статье.

### **4R-Стратегия для увеличения урожайности подсолнечника на северо-западе Китая**

*Ш. Ли, Д. Туо и Ю. Дуан*

Дисбаланс питательных веществ вследствие как избыточного, так и недостаточного внесения некоторых элементов питания, привел к уменьшению объемов производства подсолнечника на северо-западе Китая. Анализ исследований показывает, что метод 4R-Стратегия может быть успешно использован в системе земледелия при выращивании подсолнечника.

## Компании - члены IPNI

	Agrium Inc.		Shell Sulphur Solutions
	Arab Potash Company		Simplot
			Sinofert Holdings Limited
	Белорусская калийная компания		SQM
	BHP Billiton		Toros Tarim
	CF Industries Holdings, Inc.		Toros Agri
	Compass Minerals Speciality Fertilizers		ОАО «ОХК «Уралхим»
	International Raw Materials LTD		ОАО «Уралкалий»
	Intrepid Potash, Inc.		Arab Fertilizer Association (AFA)
	K+S KALI GmbH		Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANANDA)
	The Mosaic Company		Canadian Fertilizer Institute (CFI)
	OCP S.A.		Fertiliser Association of India (FAI)
	ОАО «ФосАгро»		The Fertilizer Institute (TFI)
	PotashCorp		International Fertilizer Association (IFA)
	Qatar Fertilizer Company		International Potash Institute (IPI)



МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ  
ИНСТИТУТ

Восточная Европа и Центральная Азия

125466 Российская Федерация, Москва, ул. Ландышева, д.12, вл. 17а  
Тел./Факс: 8 (495) 580 64 14  
<http://eeca-ru.ipni.net>  
<http://www.ipni.net>  
[ipni-eeca@ipni.net](mailto:ipni-eeca@ipni.net)

Выше урожай и качество, сохраняя окружающую среду...  
С помощью науки